مکان‌یابی مراکز بیمارستانی با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری (نمونه موردی: منطقه ۳ تهران)[۱]

سید احمد حسینی (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه سیستان و بلوچستان ، نویسنده مسؤول)
ahmad.hosseini2011@yahoo.com
محسن احدنژاد روشتی(استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه زنجان)
ahadnejad@gmail.com
مهدی مدیری (استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه مالک اشتر تهران)
mmodiri@ut.ac.ir
سعید آریش (دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق گرایش الکترونیک دانشگاه زنجان)
Saeed.aiproject@gmail.com

چکیده

یکی از راهکارهای اساسی در بحث پدافند غیرعامل، پهنه‌بندی مناسب و مکان‌یابی کاربری‌های شهری است. براین‌اساس در این پژوهش به مکان‌یابی مراکز بیمارستانی با رویکرد پدافند غیرعامل در منطقه سه تهران، پرداخته‌شد. روش پژوهش توصیفی-تحلیلی است. اطلاعات موردنیاز پژوهش از طریق نتایج تفضیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن، طرح‌های جامع و تفصیلی منطقه ۳ تهران و از طریق اسناد، مجلات و کتب مرتبط با موضوع به‌دست آمد. برای تحلیل داده‌ها نرم افزارهایAUTO CAD، ARC GIS، Super Decisions، MATLAB به‌کارگرفته‌شد و با استفاده از مدل تحلیل شبکه محدوده خدماتی بیمارستان‌ها، از مدل ANP برای وزن‌دهی لایه‌ها بهره‌گرفته‌شد که به کمک تابع Weighted Overlay با هم ترکیب شدند و پهنه‌های مناسب ایجاد مراکز بیمارستانی شناسایی شد. درنهایت از الگوریتم ICA برای مکان‌یابی بیمارستان‌ها استفاده‌شد. نتایج پژوهش نشان داد مکان‌گزینی بیمارستان‌ها در منطقه ۳ در وضعیت موجود، همسو با رویکرد پدافند غیرعامل نمی‌باشد و خدمات رسانی آن‌ها به‌ویژه در زمان بروز بحران‌های بشرساخته با نارسایی بسیاری روبروست و موجب افزایش تلفات غیرنظامی

۱. مقاله حاضر، از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای سید احمد حسینی با عنوان «نقش شبکه‌های ارتباطی در توزیع کاربری‌ها با رویکرد پدافندغیرعامل(نمونه‌موردی: منطقه سه تهران)» مستخرج شده‌است و به راهنمایی دکتر احدنژاد و دکتر مدیری نگارش یافته‌است.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲۸   تاریخ تصویب:۱۳۹۲/۷/۲۲

می‌گردد. بنابراین ۶ نقطه جدید برای ایجاد مراکز بیمارستانی در منطقه موردمطالعه پیشنهاد گردید. نتایج پژوهش می‌تواند به برنامه‌ریزان شهری درزمینه درک و اولویت‌بندی مسائل شهری و یافتن راه حل‌هایی درین‌زمینه کمک کند.

کلیدواژه‌ها: پدافند غیرعامل، مکان‌یابی بهینه، مراکز بیمارستانی، منطقه ۳ تهران، الگوریتم ICA

۱- مقدمه

تمامی شهرهای نخستین یا دست کم بیشتر آن‌ها درون دیوارهای شهری بنا می‌شدند و به برج بارو مجهز بوده‌اند. براین اساس به اعتقاد برخی محققان، مسئله دفاع هرچند نه در تمامی شهرها اما در بیشتر آن‌ها اهمیت داشته است. این ادعا را شاید بتوان چنین توجیه کرد که از آغاز پیدایش شهرها باید به مسئله دفاع توجه می‌شد و به‌موازات افزایش ساکنان و ایجاد سازمان‌های شهری، اهمیت مسئله دفاع شدت بیشتری می‌یافت(شکویی، ۱۳۸۷: ۱۴۴–۱۴۵). در طول تاریخ ۵۰۰۰ ساله تمدن بشر، حدود ۱۴۰۰۰ تهاجم روی کره زمین رخ داده‌است که بر اثر آن بیش از چهار میلیارد انسان جان باخته‌اند، همچنین تنها در قرن بیستم بیش از ۲۲۰ تهاجم به‌وقوع‌پیوسته که میلیون‌ها تلفات انسانی دربرداشته‌است که با دانستن این موارد اهمیت مسئله دوچندان می‌شود. براین اساس همگام با رشد و پیشرفت فناوری طی سالیان متمادی، روش‌ها، قواعد و اصول تهاجم برپایه امکانات، توانمندی‌ها و سطح دانش جوامع تغییر و تحول اساسی یافته است(سازمان پدافند غیر عامل، ۱۳۸۹: ۲۳).

قرن بیستم با یک میلیارد نفر جمعیت آغاز شده‌است که ۱۰ درصد آن‌ها شهرنشین بوده‌اند و با ۶ میلیارد نفر خاتمه یافته‌است که ۵۰ درصد شهرنشین شده‌اند(صرافی، ۱۳۸۱: ۳). بنابراین برنامه‌ریزی شهری مسئله‌ای است که بیش از پیش اهمیت یافته‌است و بیش از همه توجه به توزیع بهینه کاربری‌ها و مراکز خدماتی ضرورت پیدا کرده‌است که اغلب برنامه‌ریزان با آن سروکار دارند(Ahadnejad, 2007: 1). در این راستا، مکان یابی تأسیسات حیاتی و حساس و همچنین سازه‌های دفاعی نظامی، از مهم‌ترین ویژگی‌های پدافند غیرعامل هستند که توجه درست به این موضوع نقش دفاعی این سازه‌ها را بهبود می‌بخشد. بنابراین با رعایت اصول اساسی دفاع، علاوه‌بر بالارفتن ضرایب ایمنی، هزینه تهاجم دشمن افزایش می‌یابد(پیمان، ۱۳۸۶:۳۶). درین زمینه عدم‌تمرکز مهم‌ترین رویکردی است که در بحث پدافند

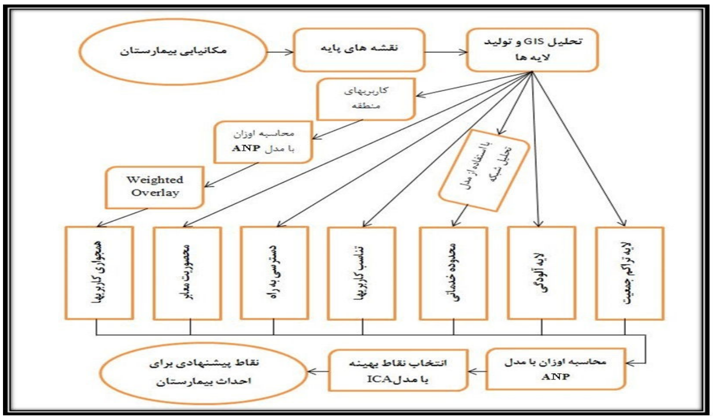
غیرعامل مطرح می‌شود. تمرکز به معنای تمرکز جمعیت شهری است و در جنگ‌های نوین، برای دشمن هدفی که در یک نقطه جمع شده‌باشد بسیار اهمیت دارد چراکه دسترسی به آن آسان‌ترست و آسیب‌زدن و نابودی آن هزینه و زمان کمتری می‌برد(احمدی و همکاران، ۱۳۷۶ :۶۶).

یکی از مهم‌ترین نیازهای اولیه حادثه‌دیدگان در ساعت اولیه وقوع حادثه بشرساخته، خدمات درمانی است. تجهیز سیستم‌های خدمات درمانی و توزیع مناسب آن‌ها در مناطق شهری از بزرگ‌ترین چالش‌های مدیران بحران محسوب می‌شود. از سوی‌دیگر توجه به نقشه به‌دست‌آمده از مدل تحلیل شبکه به روشنی بیانگر این نکته است که توزیع مراکز بیمارستانی در منطقه موردمطالعه از اصل توزیع عادلانه تبعیت نمی‌کنند و این مراکز به صورت برابر در دسترس همه افراد منطقه قرار ندارد. بر این اساس عدم‌توزیع برابر و مناسب‌نبودن خدمات‌رسانی در زمان بحران‌های بشرساخته در منطقه موردبررسی، یکی از انگیزه‌های اصلی انجام پژوهش حاضر بوده است. براین‌اساس، در این مقاله برآنیم مکان‌یابی مراکز بیمارستانی در منطقه سه با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری، موردبررسی قرار گیرد.

۲- روش تحقیق

روش پژوهش حاضر توصیفی- تحلیلی است. محدوده موردمطالعه منطقه سه تهران واقع در شمال شهر است که دارای ۶ ناحیه و ۱۱ محله می‌باشد که در سال ۱۳۸۵، ۲۹۰۷۲۶ نفر جمعیت داشته‌است. وسعت آن ۲۹۳۸ هکتارست و محیط پیرامونی آن ۲۶۵۱۵ متر است. اطلاعات موردنیاز پژوهش از طریق نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن، طرح‌های جامع و تفصیلی منطقه ۳ تهران، نقشه ۱:۲۰۰۰ وضع موجود منطقه ۳ و همچنین از طریق اسناد، مجلات و کتب مرتبط با موضوع به‌دست آمده‌است. به‌منظور تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای AUTO CAD، ARC GIS، Super Decisions، MATLAB استفاده گردید. بر این اساس به‌منظور ارزیابی محدوده خدماتی بیمارستان‌ها در منطقه موردمطالعه، از مدل‌های تحلیل شبکه با مقیاس زمان در پنج محدوده ۲ دقیقه، ۳ دقیقه، ۵ دقیقه، ۸ دقیق و بالاتر از ۸ دقیقه بهره‌گرفته‌شد. پس از استانداردسازی لایه‌ها، به‌منظور محاسبه اوزان هر لایه از مدل ANP استفاده‌شد و به کمک تابع Weighted Overlay لایه‌های موردنظر با هم ترکیب شدند و پهنه‌های مناسب ایجاد مراکز بیمارستانی شناسایی شدند. به‌دلیل این‌که در این پژوهش برای احداث کاربری با داده‌های زیادی مواجه هستیم و از آنجاییکه با بالا بودن میزان اطلاعات و محدودیت فضای جستجو، بررسی همه نقاط مخصوصاً در نقشه-

هایی با مقیاس و دقت بالا امکان‌پذیر نیست، از الگوریتم ICA[1] برای مکان‌یابی مراکز بیمارستانی به بهترین شکل استفاده شد. در شکل (۱) مدل مفهومی پژوهش آمده‌است.



شکل ۱: مدل مفهومی تحقیق

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

۲-۱- مدل ANP

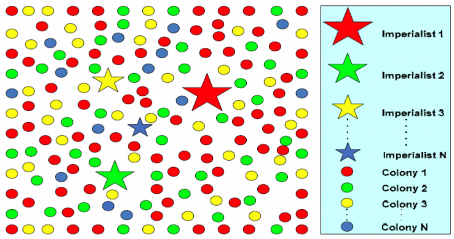
الساعتی(۱۹۷۵)، روش ANP را ارایه‌کرد که ادامه‌دهنده نظریه AHP است. مؤلفه‌های موجود در ساختار سلسله‌مراتبی، متشکل از قوانین متفاوتی هستند که معمولاً مؤلفه‌های سطح پایین روی مؤلفه‌های سطح بالا تأثیر می‌گذارد. در این شرایط سیستم، ساختاری شبکه‌ای پیدا می کند که مدل مورداشاره از این ساختار شبکه‌ای ناشی شده‌است. این مدل علاوه براینکه روابط بین معیارها را محاسبه می‌کند، وزن نسبی معیارها را نیز به‌دست می‌دهد. هر چه وزن محاسبه‌شده بیشتر باشد اولویت بیشتری به آن اختصاص داده می‌شود، در نتیجه این امکان وجود دارد که بهترین گزینه انتخاب شود(Saaty, 2003).

۲-۲- الگوریتم رقابت استعماری

الگوریتم رقابت استعماری یکی از الگوریتم‌های مبتنی بر جمعیت است که در سال ۲۰۰۷ توسط آتش‌پز و کارولوکس ارایه شد. این الگوریتم که از رقابت استعماری کشورهای قدرتمند برای به‌دست آوردن مستعمره‌ها الهام گرفته‌است، به دلیل کارایی بالا توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده

1 Imperialist Competitive Algorithm

است و درمورد کاربرد آن در زمینه‌های مختلف، مقالات زیادی در مجلات معتبر به‌چاپ رسیده‌است. همانند سایر الگوریتم‌های مبتنی بر جمعیت ازقبیل ژنتیک، ابتدا تعدادی نقطه تصادفی اولیه یا جمعیت اولیه که در این‌جا کشور نامیده می‌شود از فضای جستجو انتخاب می‌شود. فضای جستجو نشاندهنده کل ورودی‌هایی است که ممکنست پاسخ باشند. سپس تعدادی از بهترین عناصر جمعیت انتخاب می‌شود(معادل نخبه‌گزینی در الگوریتم ژنتیک) که در این‌جا این عناصر با عنوان استعمارگر شناخته می‌شوند، بقیه عناصر که دارای مشخصه‌ی بهینگی پایین‌تری هستند به عنوان مستعمره در نظر گرفته می‌شوند. ذکر این نکته ضرورت دارد که در الگوریتم رقابت استعماری منظور از بهینه‌ترین نقاط، مینیمم-ترین نقاط تابع هدفی است که الگوریتم با آن در حال کارست و همچنین در این الگوریتم پارامتر هزینه مستقیماً مقدار خروجی به‌دست آمده از تابع هدف در نظر گرفته شده‌است(آتش پز گرگری، ۱۳۸۷: ۲۳).



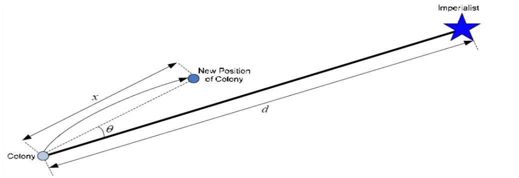
شکل ۲: چگونگی شکل گیری امپراتورهای اولیه

ماخذ: Duan & et al., 2010: 7

پس از آن که امپراتوری‌ها شکل گرفتند، اپراتور جذب به مستعمره‌ها اعمال می‌شود. این اپراتور همه‌ی مستعمره‌ها را با یک انحراف تصادفی به سمت استعمارگر خود سوق می‌دهد. همچنین اپراتور مورداشاره بیانگر سیاست همسان‌سازی کشورهای استعمارگرست و در راستای این سیاست، کشور مستعمره، در جهت خط واصل مستعمره به استعمارگر حرکت کرده و به موقعیت جدید کشانده می‌شود. مرحله جذب با رابطه‌ی زیر نشان داده می‌شود:

$$\{x(t+1)\} = \{x(t)\} + U(0, \beta \times d) \times \{V_1\}$$

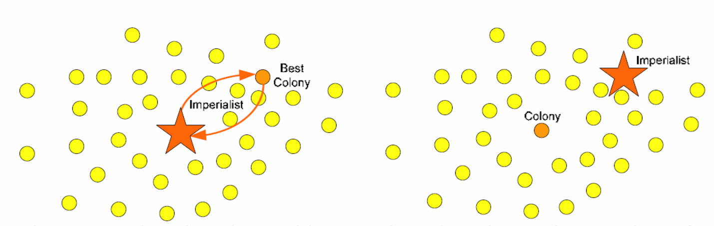
در این‌جا $U(0, \beta \times d)$ تابع تصادفی با توزیع یکنواخت، β پارامتر کنترلی، d فاصله‌ی بین مستعمره و استعمارگر و $\{V_1\}$بردار بین مکان قبلی مستعمره و مکان استعمارگر می‌باشد البته اندازه‌ی این بردار برابر واحد در نظر گرفته می‌شود(Kave et al, 2010: 1221).



شکل ۳: شمای کلی حرکت مستعمرات به سمت امپریالیست

مأخذ: Duan & et al., 2010: 7

پس از اعمال اپراتور جذب، اپراتور انقلاب به مستعمره‌ها اعمال می‌شود. این اپراتور که مشابه اپراتور جهش در الگوریتم ژنتیک عمل می‌کند از هر امپراتوری تعدادی مستعمره را به‌طور تصادفی انتخاب کرده و آن‌ها را به موقعیت تصادفی جدیدی منتقل می‌کند. این عمل برای کاهش احتمال گیرافتادن الگوریتم در مینیمم‌های محلی صورت می‌گیرد و در بسیاری از موارد تأثیر بسیاری روی همگرایی الگوریتم دارد. پس از اعمال اپراتورهای جذب و انقلاب به مستعمره‌ها، موقعیت مستعمره‌ها تغییر می‌کند و در نتیجه دوباره میزان هزینه‌ی جدید هر یک از مستعمره‌ها به وسیله‌ی تابع هدف محاسبه می‌گردد. سپس هزینه‌ی جدید هر یک از مستعمره‌ها با استعمارگر متناظرشان مقایسه می‌شود و در صورتی‌که مستعمره‌ای به هزینه‌ای کمتر(بهینه‌تر) از استعمارگر خود رسیده‌باشد جای مستعمره و استعمارگر موردنظر عوض می‌شود. شکل (۵) عمل جابجایی موقعیت بین مستعمره و استعمارگر را نشان می‌دهد.

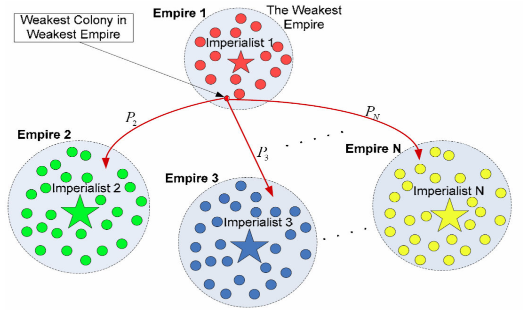


شکل ۴ و ۵: کل امپراتوری پس از تغییر موقعیت‌ها؛ تغییر جای استعمارگر و مستعمره

ماخذ: آتش پز گرگری، ۱۳۸۷: ۲۳

در جریان رقابت استعماری، امپراتوری‌های قوی سعی می‌کنند مستعمره‌های امپراتورهای ضعیف‌تر را تصاحب کنند و بر قدرت و قلمرو خود بیفزایند. برای مدل‌کردن این حقیقت در الگوریتم رقابت استعماری در ابتدا برای هر یک از امپراتوری‌ها، پارامتر قدرت کل محاسبه

می‌شود. این پارامتر بیشتر به قدرت استعمارگر امپراتوری موردنظر وابسته است و قدرت مستعمره‌ها در آن تأثیر اندکی دارند. شکل (۶) این پروسه را توضیح می‌دهد.



شکل ۶: شمای کلی رقابت استعماری

مأخذ: آتش پز گرگری، ۱۳۸۷: ۲۵

امپراتوری‌های ضعیف درصورتی که تمامی مستعمره‌های خود را از دست دهند سقوط می‌کنند و به یک مستعمره تبدیل خواهندشد. در این حالت، امپراتوری سقوط‌کرده را در یک رقابت استعماری(همان‌طور که در بالا توضیح داده شد) بین امپراتوری‌ها قرار می‌دهیم که یکی از امپراتوری-های قوی آن را به عنوان مستعمره تصاحب می‌کند(آتش پز گرگری، ۱۳۸۷: ۲۳–۲۵).

۳- مبانی نظری

تمرکز بالای جمعیت در شهر، امکان بروز خطرات و بحران‌های شهری را افزایش می‌دهد، در این راستا برنامه‌ریزان سعی دارند با ارایه الگوی مناسب تخصیص زمین به کاربری‌های موردنیاز شهرها و مکان‌گزینی مناسب آن‌ها در کالبد شهر، درجهت تأمین رفاه و آسایش شهرنشینان و ایمنی شهرها بکوشند و امکان زندگی بهتر در شهرها را فراهم آورند(ولی زاده، ۱۳۸۴: ۷). در این میان، کاربری‌های امدادی با توجه به فعالیت‌هایی که بر عهده دارند، نسبت به سایر خدمات شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند(نظریان و همکاران، ۱۳۸۸: ۵) بخش بهداشت و درمان به‌عنوان یکی از کاربری‌های امدادی(بهرامی، ۱۳۸۷: ۵) با توجه به ارتباط تنگاتنگی که با سلامتی انسان دارد، بایستی به‌صورت یکنواخت و منصفانه در اختیار مردم قرار گیرد(باقیانی مقدم و همکاران، ۱۳۸۳: ۴۷) همچنین درزمینه توزیع فضایی بهینه و مکان‌گزینی عادلانه خدمات، با وجود اینکه دسترسی سریع، به موقع و

آسان به آن‌ها اهمیت دارد، مکان‌گزینی بهینه صورت نگرفته است(ابراهیم زاده و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۰). این در حالی است که دسترسی به خدمات پزشکی به منظور فوریت‌ها و شرایط تهدید آمیز زندگی، انتظاری کلیدی بین برخی جوامع است(نصیری پور و همکاران، ۱۳۸۸، ۱۴۰). این خدمات باید دارای شرایطی باشند که بر طبق تعریف سازمان بهداشت جهانی(W.H.O) بیمارستان مؤسسه‌ای است که مراجعه‌کنندگان را برای اقامتی کوتاه یا درازمدت می‌پذیرد و خدمات درمانی پزشکی و مراقبت‌های پرستاری، برای افراد بیمار، آسیب دیده یا مظنون به بیماری و مواردی از این قبیل را فراهم می‌کند. هدف اصلی ایجاد این منبع گران‌بها، برآورده‌سازی نیازهای متنوع مردم است Asefzadeh, 2004: 334). در عین حال، از منظر عملکردگرایانه بیمارستان واحدی است که حداقل دارای ۱۵ تخت با تجهیزات، تسهیلات و خدمات پزشکی است. همچنین دو بخش داخلی و جراحی همراه با گروه پزشکان متخصص دارد(رضویان، ۱۳۸۱: ۱۵۱)

با توجه به اینکه یکی از کارکردهای مراکز درمانی، خدمات‌رسانی در زمان وقوع بحران است، در این پژوهش برآنیم به بررسی نحوه توزیع و مکان‌یابی این خدمات در منطقه سه تهران با رویکرد پدافند غیرعامل بپردازیم. دلیل توجه به این موضوع ناشی از آن است که براساس بافت سیاسی، اقتصادی و فرهنگی شهر تهران و آسیب‌پذیری آن در مقابل سوانح می‌توان تصور کرد که اثرات مخرب بحران در این شهر در سطح ملی تأثیرات منفی و نامطلوبی به همراه خواهد داشت؛ براین اساس، در زمان وقوع حوادث بشرساخته، سرعت ارایه خدمات در مراکز درمانی برای کاهش مرگ و میر و معلولیت‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارست(ظهور و همکاران، ۱۳۸۲: ۴۱۳). همچنین رساندن به موقع بیماران به این مراکز، اهمیتی حیاتی دارد که در این صورت، احتمال بالا رفتن آسیب جانی بیماران کاهش می‌یابد(عزیزی، ۱۳۸۳: ۱۳۳).

۴- یافته‌های تحقیق

امروزه انعطاف‌پذیری درونی نظام شهری، امکان به‌کارگیری اصول و مقررات پدافند غیرعامل در این نظام و پاسخ‌گویی به انتظارات بیرونی نظام شهری اهمیت بسیاری دارد که توجه به این مسایل، برنامه‌ریزان و طراحان شهری را در ایجاد شهری سالم و امن هدایت می‌کند(حسینی و همکاران، ۱۳۹۱:

۱۸۹). نتایج پژوهش نشان داد الگوی پراکنش مراکز بیمارستانی در محدوده موردمطالعه نامناسب است. براین اساس در پژوهش حاضر به مکان‌یابی درست و بهینه مراکز بیمارستانی برمبنای اصول پدافند غیرعامل پرداخته شد. بدین منظور ابتدا اصولی تعیین شدند تا بتوان بر اساس آن‌ها تحلیلی همه‌جانبه انجام داد. سپس برپایه این اصول، معیارهایی تدوین شد. در این تحقیق مکان‌یابی بیمارستان‌ها بر اساس سه اصل مهم ایمنی، سازگاری و کارایی صورت گرفت. علاوه‌براین، معیارهای آلودگی، تراکم جمعیت، محصوریت معابر، دسترسی به راه، تناسب، هم‌جواری و محدوده خدماتی به عنوان زیر معیارهایی برای معیارهای مورداشاره تعریف شد. این اصول را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود:

– اصل ایمنی: معنای لغوی امنیت رهایی از تشویش، اضطراب، ترس(نصری، ۱۳۸۱: ۱۱۴) یا احساس آرامش و اطمینان خاطرست(ماندل، ۱۳۷۹: ۴۴). بنابراین در این پژوهش منظور از ایمنی، امن بودن مکان نسبت به خطر ناشی از بحران است که می‌تواند در آن مکان اتفاق افتد و یا وقوع آن اطراف مکان موردنظر را تحت تأثیر قرار دهد. برای کسب ایمنی، محل استقرار بیمارستان‌ها باید امن بوده و کمترین خطری برای بیمارستان‌ها نداشته‌باشد، برای نمونه تأسیس بیمارستان ها با حفظ فاصله از مراکز خطرآفرین مانند مراکز صنعتی و مواردی ازاین قبیل در لایه همجواریی محقق می‌شود. همچنین می‌توان از لایه محصوریت معابر یاد کرد که علاوه بر ایمنی، در کارایی بیمارستان‌ها نیز نقش موثری دارد.

– اصل سازگاری: سازگاری به‌معنای هم‌خوانی، هماهنگی و عدم مزاحمت بین دو نوع کاربری شهری است که ازجمله مراحل ارزیابی و تحلیل مکانی کاربری‌های شهری به‌شمارمی‌رود (پورمحمدی، ۱۳۸۲، ۱۱۰). از نظر برنامه‌ریزان شهری، کاربری‌هایی که در حوزه نفوذ یکدیگر قرار می‌گیرند باید از نظر سنخیت فعالیت، هماهنگ با یکدیگر باشند و منجر به مزاحمت و ممانعت در انجام فعالیت یکدیگر نشوند(غفاری،۱۳۷۷: ۹۱).

– اصل کارایی: کارایی یک کاربری، به معنای عملکرد مناسب آن کاربری است. یکی از عوامل مهم در افزایش کارایی یک بیمارستان به‌ویژه در زمان بحران‌های بشرساخته، توانایی ارائه خدمات درمانی در کوتاه‌ترین زمان به نواحی اطراف است. در این میان توزیع متعادل و متناسب و مکان‌گزینی برخی از کاربری‌های شهری مانند مراکز بیمارستانی در ساختار شهری تااندازه ای مهم است که باید در

ارتباط این کاربری‌ها با سایر مکان‌ها و مسیرهای ارتباطی بسیار دقت شود. بر این اساس شاخص‌های مورداستفاده تحقیق حاضر، به شرح زیرند:

تراکم جمعیت: یکی از عوامل اصلی که در نحوه استقرار مراکز خدمات‌رسان و برنامه‌ریزی‌های مربوطه تأثیرگذارست، تراکم جمعیت می‌باشد. براین اساس در مناطق شهری که تراکم جمعیت بالاست احتمال آسیب‌پذیری بیش از مناطق شهری با تراکم جمعیت کم است. بنابراین در مناطق مختلف شهری برنامه‌ریزی باید برپایه تراکم جمعیت صورت گیرد(حسینی، ۱۳۹۱: ۷۵). در این پژوهش شاخص تراکم جمعیتی ۵ زیر معیار دارد که مشتمل بر تراکم کمتر از ۵۰ نفر در هکتار، تراکم بین ۵۰ تا ۱۰۰ نفر در هکتار، تراکم بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ نفر در هکتار، تراکم بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ نفر در هکتار و تراکم بیش از ۲۵۰ نفر در هکتار است. بر این اساس اولویت ایجاد مراکز بیمارستانی، نزدیکی به مراکز پرجمعیت می‌باشد تا به واسطه همجواری با مراکز پرجمعیت عملیات انتقال سریع‌تر انجام شود.

تناسب کاربری‌ها: هر کاربری در شهر ممکنست با برخی از کاربری‌ها در تعارض بوده و با برخی دیگر سازگاری داشته باشد، بر این اساس ماتریس سازگاری کاربری‌ها از نظر چگونگی سازگاری می-تواند دارای حالت‌های زیر باشد: الف) کاملاً سازگار. ب) نسبتاً سازگار. ج) بی تفاوت. د) نسبتاً ناسازگار. و) کاملاً ناسازگار(پورمحمدی،۱۳۸۲: ۱۱۰).

جدول ۱: سازگاری کاربری‌های منطقه سه با مراکز بیمارستانی

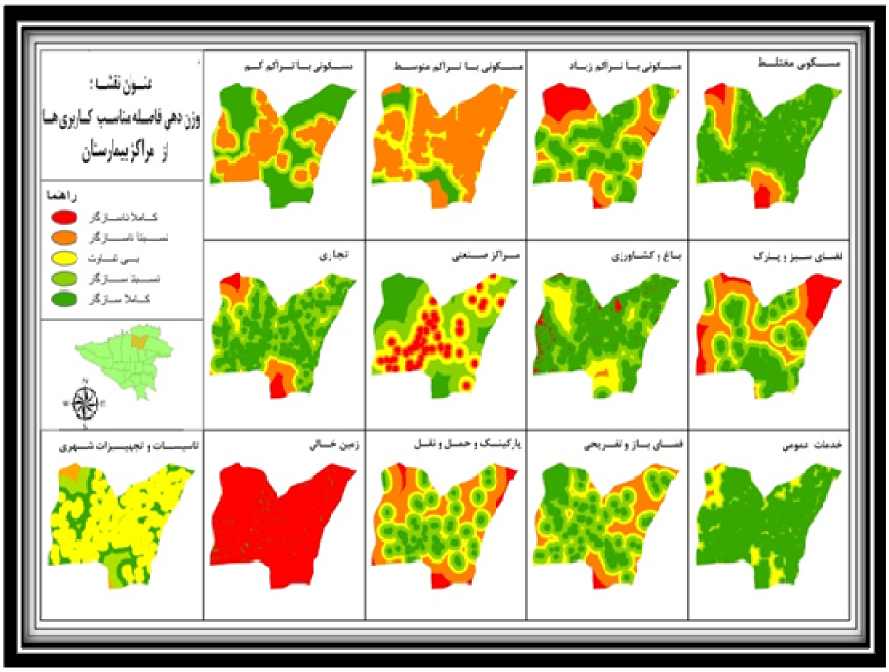
نوع کاربری	مسکونی (تراکم کم)	مسکونی (تراکم متوسط)	مسکونی (تراکم زیاد)	مسکونی (مختلط)	تجاری	فضای سبز و پارک	فضای باز و تفریحی	خدمات عمومی	صنعتی و کارگاهی	پارکینگ و حمل و نقل	تأسیسات و تجهیزات	زمین خالی	باغ و کشاورزی
سازگاری	۳	۳	۵	۵	۵	۹	۹	۷	۱	۹	۳	۹	۹

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

کاربری‌های موجود در منطقه سه، مشتمل بر مسکونی (تراکم کم)، مسکونی (تراکم متوسط)، مسکونی (تراکم زیاد)، مسکونی (مختلط)، تجاری، فضای سبز و پارک، فضای باز و تفریحی، خدمات عمومی، صنعتی و کارگاهی، پارکینگ و حمل و نقل، تأسیسات و تجهیزات، زمین خالی، باغ و کشاورزی

هستند. علاوه براین، کاربری های مورداشاره براساس ماتریس سازگاری به پنج دسته تقسیم شدند و میزان سازگاری آن‌ها بر اساس نقشه کاربری اراضی شهر و مطالعات میدانی تعیین و طبقه بندی شد.

هم‌جواری کاربری‌ها: کاربری اراضی شهری، تأثیرات خارجی بر یکدیگر دارند که این تأثیرات می-تواند مثبت یا منفی باشد. اثرات مثبت افزایش کارایی را درپی‌خواهدداشت درحالی‌که اثرات منفی، به کاهش کارایی منجر شده و ارزش کاربری اراضی را کاهش می‌دهد و درنهایت ناسازگاری میان کاربری‌های مختلف را به‌دنبال دارد(Taleai, 2007: 376). بر این اساس پس از تبیین معیارهای ارزیابی ازقبیل کاربری موجود در منطقه، تبدیل آن‌ها به مقیاس‌های قابل‌مقایسه و استاندارد وزن و اهمیت نسبی هر یک از آن‌ها در ارتباط با هدف موردنظر تعیین شد(شکل ۷).



شکل ۷: وزن دهی فاصله مناسب کاربری‌ها از مراکز بیمارستانی

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

پس از آن که معیارهای ارزیابی به مقیاس‌های قابل مقایسه و استاندارد تبدیل شدند، وزن و اهمیت نسبی هر یک از آن‌ها براساس نظرات کارشناسانه و با استفاده از مدل ANP استخراج شد. وزن نهایی معیارها در جدول(۲) آمده‌است.

جدول ۲: وزن معیارهای ارزیابی هم‌جواری کاربری‌ها

نوع کاربری‌ها	باغ و کشاورزی	تأسیسات و تجهیزات	تجاری	خدمات عمومی	زمین خالی	صنعتی	فضای باز و تفریحی	فضای سبز	تراکم زیاد	تراکم متوسط	مسکونی مختلط	تراکم کم	پارکینگ و حمل نقل
وزن معیارها	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۱۱

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

در نهایت نوبت به ترکیب وزن‌های به‌دست‌آمده و تعیین اولویت‌ها می‌رسد. در این مرحله وزن نسبی هر یک از فاکتورها با وزن نسبی هر یک از گزینه‌های به‌دست‌آمده به کمک تابع Weighted Overlay ترکیب شدند. عدد حاصله بیانگر آن است که کدام ناحیه دارای بیشترین اولویت به منظور ایجاد مراکز بیمارستانی است.

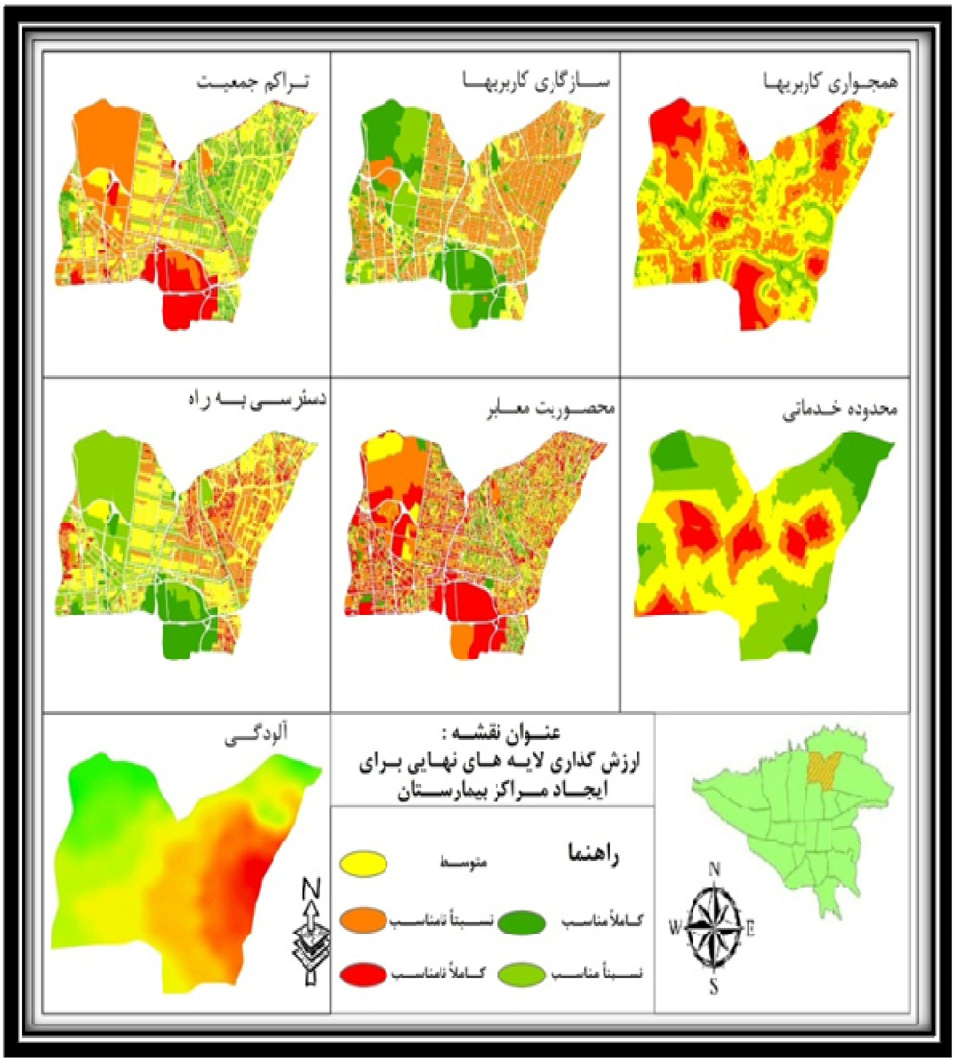
آلودگی هوا: شهر تهران یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان است(صفوی و همکاران، ۱۳۸۵: ۹۹) و با توجه به اینکه آلودگی و کاهش شاخص‌های بهداشت و سلامت، باعث ایجاد بافت‌های نابه‌سامان شهری می‌شود(بیگلری، ۱۳۸۷ : ۱۷۵). بدین منظور لایه آلودگی به عنوان یکی از لایه-های موثر در مکان‌یابی بیمارستان‌ها در نظر گرفته‌شد. هدف از ارایه معیار مورداشاره، استفاده بهینه از زمینی است که با صرف کمترین هزینه، بیشترین بهره‌وری را داشته باشد. علاوه براین درپیوند با آن رفاه عمومی درنظرگرفته‌شود و سلامتی مردم تضمین شود.

دسترسی به راه: امروزه با گسترش کالبدی و افزایش تراکم شهرهای بزرگ، با وقوع بحران ممکنست وضعیت خطرناکی پیش آید. چراکه در این مناطق سلسله‌مراتب شبکه‌های ارتباطی رعایت نشده‌است، عرض راه‌ها در این نواحی کم بوده، فاصله بسیاری از آن‌ها تا مراکز خدماتی و درمانی وجود داشته‌است و این مناطق بسیار بحران خیز هستند. بروز بحرانی با شدت بالا در این شهرها منجر به از بین رفتن کارایی شبکه‌های ارتباطی، حجم بالای تلفات انسانی و وقوع خسارت‌های مالی خواهدشد(ترابی، ۱۳۸۸، ۲). بر این اساس در پژوهش‌حاضر معیار ارزش معابر، عرض آن‌ها می‌باشد. بدین‌منظور معابر در پنج سطح؛ معابر کاملاً مناسب با عرض بالاتر از

۴۵ متر، معابر نسبتاً مناسب با عرض ۴۵–۳۰ متر، معابر متوسط با عرض۳۰–۱۸ متر، معابر نسبتاً نامناسب با عرض۱۸ –۶ متر، معابر کاملاً نامناسب با عرض۶ –۰ متر را تشکیل می‌دهند.

محصوریت: مدیران بحران، یکی از دلایل گسترش بحران را عدم امدادرسانی به موقع دانسته‌اند که از آسیب‌دیدگی معابر ناشی می‌شود، چرا که در زمان وقوع بحران، نیاز به تخلیه مجروحین و امدادرسانی در کوتاه‌ترین زمان ممکن مطرح می‌شود و این امر بیشتر از طریق جاده‌های بین شهری، خیابان‌های درون شهری و معابر فرعی انجام می‌شود. اما در صورت بسته شدن یکی از جاده‌های اصلی یا حتی معابر فرعی، صدمات و خسارات ناشی از وقوع بحران چندین برابر می‌شود و درمواردی زمان بازگشت به وضعیت عادی را تا ماه‌ها به تأخیر می‌اندازد(مختار زاده و همکاران، ۱۳۸۹: ۱). بنابراین درمورد شاخص درجه محصوریت، فرض اصلی بر این است که ساختمان‌های کم‌ارتفاع با عرض معبر بیشتر(درجه محصوریت کمتر) امکان مانور بیشتری دارند، زیرا حجم نخاله در معابر آن‌ها کمتر است درحالی‌که درجه تخریب و آسیب-پذیری در ساختمان‌های با درجه محصوریت بالا بیشتر است. بر این اساس درجه محصوریت در منطقه ۳ به ۵ بخش؛ سطح کاملاً مناسب شامل معابر با محصوریت ۰/۴–۰، معابر نسبتاً مناسب با محصوریت ۰/۸–۰/۴، معابر متوسط با محصوریت ۱/۲–۰/۸، معابر نسبتاً نامناسب با محصوریت ۱/۶–۱/۲، معابر کاملاً نامناسب با محصوریت ۱/۶< تقسیم گردید.

محدوده خدماتی مراکز بیمارستانی: دسترسی به مراکز بیمارستانی که از طریق شبکه‌های ارتباطی انجام می‌شود، موجب سرعت بخشیدن به عملیات امداد و نجات و خدمات‌رسانی به آسیب دیدگان می‌شود. به این ترتیب با دور شدن از این خدمات، احتمال آسیب‌پذیری بیشتر می-شود(فتحی رشید و همکاران، ۱۳۸۸ :۳۵). بنابراین ارزیابی شعاع پوششی مراکز بیمارستانی، یک ضرورت اساسی در این پژوهش است، برین اساس این فضاها بایستی با توجه به زمان مناسب موردبررسی قرار گیرند، برای ملموس‌تر شدن موضوع از مدل تحلیل شبکه با مقیاس زمان استفاده شد که برای تحلیل وضع موجود، توزیع فضایی خدمات یا کاربری‌ها، بررسی شعاع عملکردی آن ها و تعیین مناطقی که خارج از شعاع پوشش کاربری ها بودند، به کار می رود(شکل ۸).



شکل ۸: لایه نهایی ارزش گذاری شده برای ایجاد مراکز بیمارستانی

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

پس از تبدیل لایه های مذکور به معیارهای قابل اندازه‌گیری، وزن نهایی آن‌ها با مدل تحلیل شبکه (ANP) محاسبه‌گردید که در جدول(۳) آورده شده‌است، هر چه وزن محاسبه شده بیشتر باشد اولویت بیشتری به آن اختصاص داده می‌شود در نتیجه امکان انتخاب بهترین گزینه وجود دارد(Saaty, 2003).

جدول ۳: وزن نهایی معیارها مکان‌یابی مراکز بیمارستانی

معیارها	آلودگی	محدوده خدماتی	تراکم جمعیت	تناسب کاربری‌ها	سازگاری کاربری‌ها	محصوریت معابر	دسترسی به راه
وزن معیارها	۰/۰۵	۰/۲۹	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۶

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

بعد از محاسبه وزن هر لایه، در مکان‌یابی برای احداث هر کاربری، با داده‌های زیادی مواجه شدیم که به دلیل بالا بودن میزان اطلاعات و محدودیت فضای جستجو، بررسی همه نقاط به‌ویژه در نقشه‌هایی با مقیاس و دقت بالا، امکان پذیر نبود. در واقع با مسئله‌ی NP-HARD(Garey & Johnson, 1979) مواجه شدیم که برای حل مشکل از الگوریتم‌های مکاشفه‌ای(Yagiura & Ibaraki, 2004) استفاده شد. تاکنون الگوریتم‌های مکاشفه‌ای بسیاری پیشنهاد داده شده‌است و پژوهش‌های بسیاری در این زمینه صورت گرفته‌است که همچنان درحال‌انجام است. برخی از این الگوریتم‌ها شامل الگوریتم ژنتیک(Pengfei, 2010)، الگوریتم ازدحام ذرات(Firdaus & et. al, 2009)، الگوریتم کرم شب‌تاب(Coelho & et. al, 2011) هستند. یکی از این الگوریتم‌های مکاشفه‌ای که کاربرد گسترده‌ای در سال‌های اخیر داشته و توانسته برخی معایب الگوریتم‌های قبلی را برطرف کند، الگوریتم رقابت استعماری (Atashpaz Gargari, 2007) است. در این پژوهش به دلیل کارایی بالای الگوریتم رقابت استعماری، از آن استفاده شده‌است.

در مقاله حاضر برای احداث یک کاربری با داده‌های زیادی مواجه شدیم و به دلیل بالا بودن میزان اطلاعات و محدودیت فضای جستجو، بررسی همه‌ی نقاط امکان پذیرنبود. برین-اساس به‌دلیل‌اینکه با مسئله‌ی NP-HARD مواجه‌شدیم، برای حل آن از الگوریتم‌های مکاشفه-ای استفاده‌شد. که درین زمینه الگوریتم رقابت استعماری به‌کارگرفته شد. موضوع پژوهش حاضر به عنوان یک مسئله بهینه‌سازی، براساس لایه‌های موجود ارقبیل تراکم جمعیت، سازگاری کاربری‌ها، هم‌جواری کاربری‌ها، محصوریت معابر، دسترسی به راه، محدوده خدماتی و لایه آلودگی برای بیمارستان‌ها تبیین شد که در نقشه شماره ۲ لایه‌های وزن‌دهی‌شده

برای تعیین محدوده‌های مناسب به منظور مکان‌یابی مراکز بیمارستانی آورده‌شده‌است. با توجه به اینکه تاکنون از این الگوریتم برای مکان‌یابی کاربری‌ها استفاده‌نشده‌است، برای بهینه‌سازی آن نیازمند اعمال تغییراتی هستیم که براین‌اساس با توجه به اوزان محاسبه‌شده، وزن لایه i ام با w_i و ارزش لایه‌ی i ام با v_i نشان داده‌شده‌است و برای محاسبه‌ی ارزش کل نقطه با مختصات x, y رابطه‌ی زیر مورداستفاده قرار گرفته‌است:

$$V(x,y) = \sum_{i=1}^{m} w_i \cdot v_i \tag{۱}$$

در این مسئله به دنبال نقطه‌ای هستیم که $V(x,y)$ برای آن ماکزیمم یا به‌عبارت‌دیگر $-V(x,y)$ برای آن مینیمم باشد یعنی:

$$(x, y) = \underset{x,y}{\operatorname{argmin}}\{-|V(x,y)|\} \tag{۲}$$

از آن‌جا که الگوریتم رقابت استعماری فقط یک نقطه‌ی بهینه ارایه می‌دهد، به چند موقعیت بهینه بر روی نقشه نیازست که فاصله‌ی مناسبی از هم داشته باشند.

با استفاده از رابطه ۲ فقط یک نقطه‌ی بهینه به‌دست می‌آید؛ برای به‌دست‌آوردن چند نقطه‌بهینه با فاصله‌ی مناسب از هم باید مسئله به شکل مناسب‌تری طرح شود که در زیر آمده‌است:

$$[(x_1,y_1),(x_2,y_2),\dots(x_k,y_k)] = \underset{x,y}{\operatorname{argmin}}\left\{-\left\|\frac{\prod_{i=1,\dots,k,j=1,\dots,k}\|p_i - p_j\|_{i\neq j}}{\prod_{i=1}^{k}\|p_i - C\|}\right\|_{\|p_i-C\|\neq 0} \cdot \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\left(\prod_{i=1}^{k}(|V_i(x,y)|-\mu)^2\right)\right)\right\} \tag{۳}$$

منظور از k تعداد نقاطی است که قصد یافتن آن ها را داریم، p_i مختصات نقطه‌ی i– ام از k نقطه‌ی ورودی، C مختصات مرکز نقشه، σ^2 و μ هم به ترتیب واریانس و متوسط عبارت $\prod_{i=1}^{k}|V_i(x,y)|$ می‌باشند.

همچنین در رابطه ۳ با استفاده ازتوزیع نرمال، تغییرات حاصل از ورودی را کندتر کردیم و دلیل آن از آنجا ناشی می‌شود که در یک نقشه جغرافیایی، میزان تغییرات نقاط مختلف می‌تواند

بسیار بالا باشد. مطابق رابطه‌ی ۳ در قسمت $\left\| \frac{\prod_{i=1,\dots k, j=1\dots k} \|p_i - p_j\|_{i \neq j}}{\prod_{i=1}^{k} \|p_i - C\|} \right\|_{\|p_i - C\| \neq 0}$ −، با افزایش فاصله بین نقاط، مقدار آن بیشتر می‌شود. در واقع در عبارت صورت، فواصل اقلیدسی نظیر به نظیر بین نقاط در هم ضرب شده‌است و در عبارت مخرج، با افزایش فاصله بین نقاط با مرکز، مقدار عبارت مخرج افزایش می‌یابد. در واقع فواصل نقاط با مرکز، در هم ضرب شده‌اند. مطابق مطالب گفته‌شده، افزایش فاصله بین نقاط سبب افزایش مقدار عبارت صورت و افزایش فاصله نقاط با مرکز هم سبب افزایش عبارت مخرج می‌گردد. در واقع افزایش فاصله‌ی بین نقاط و در نتیجه افزایش فاصله با مرکز، باعث افزایش مقدار عبارت صورت و مخرج می‌گردد. در این‌جا مقدار افزایش صورت و مخرج، تعیین‌کننده نوع تأثیر عبارت است. اگر با گذشت زمان، عبارت صورت بیشتر از مخرج افزایش یابد، مقدار تابع هدف کمتر می‌شود. همچنین برای بیشتر شدن افزایش عبارت صورت از مخرج، باید نقاط بین مرکز و کناره‌ها قرار گیرند.

در این‌جا برای با اهمیت شدن تمام فاصله‌ها از عمل‌گر ضرب استفاده شده‌است؛ به‌عبارت‌دیگر در عمل‌گر ضرب، بر خلاف جمع که در آن عبارات با مقادیر بزرگ‌تر غالب است، تغییر در عبارات با مقادیر کوچک یا بزرگ باعث تغییرات بزرگی در کل عبارت خواهد شد. این تدبیر(بکار بردن عمل‌گر ضرب در عبارات) از نادیده‌گرفته‌شدن فواصل اقلیدسی کوچک در مقابل فواصل بزرگ در تابع هدف، جلوگیری می‌کند. برای این که مجموعه نقاط روی صفحه در نواحی کناره‌ای نقشه پخش نشوند، فاصله‌ی نقاط با مرکز در رابطه تأثیر داده‌می‌شود یعنی با کاهش فاصله هر یک از نقاط با مرکز، مقدار تابع کمتر می‌شود. در واقع بین فاصله از مرکز و فاصله نقاط با یکدیگر حالت توازن ایجاد می‌شود.

پس از این که با کاربرد رابطه‌ی ۳ به عنوان تابع هدف خروجی‌ها یا مختصات نقاط بهینه به‌دست‌آمد برای بهبود k نقطه‌ی بدست آمده که فاصله‌ی مناسبی دارند؛ از k بهینه‌ساز دیگر از نوع ICA استفاده شد. به منظور کاربرد بهینه‌سازی‌های محلی از رابطه‌ی ۲ به عنوان تابع هدف (برای بهینه‌سازی‌های محلی) استفاده‌شد. این بهینه‌سازها در محدوده‌ی همسایگی خاصی قرار گرفتند که برایشان تعریف شد؛ برای هرکدام از k نقطه‌ی به‌دست‌آمده عمل جستجو به‌طور مستقل صورت‌گرفت و نقاط قبلی

به محل‌های بهینه‌تری منتقل‌شدند. برای محاسبه‌ی محدوده جستجو به‌منظور بهینه‌سازی‌های محلی باید این محدوده‌ها طوری انتخاب‌شوند که فاصله‌ی کافی از هم داشته‌باشند تا موقعیت‌های به‌دست آمده به‌هم نزدیک نشوند. این محدوده با رابطه زیر محاسبه شد:

$$\lim it = \min_{i=1\ldots k, j=1\ldots k} \left(\|p_i - p_j\| / \zeta \right)_{i \neq j} \qquad (۴)$$

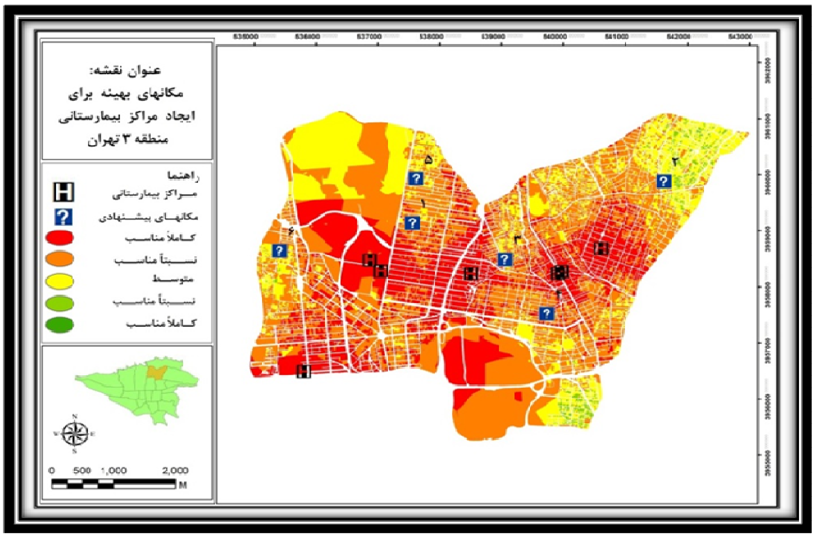
در این‌جا ζ فاصله‌ی بین محدوده‌ها را تعیین می‌کند که ۱۰ در نظر گرفته‌شده‌است.

درنهایت پس از بهینه‌سازی الگوریتم رقابت استعماری، متناسب با موضوع موردنظر به مکان‌یابی مراکز بیمارستانی در سطح منطقه موردنظر پرداخته‌شد. براین‌اساس هر مرکز پیشنهادی که برای کاربری‌های مذکور ارجحیت وزنی داشت در جدول(۴) آمده‌است و نتایج نهایی در شکل (۹)آورده شده‌است.

جدول ۴: ارجحیت وزنی برای ایجاد مراکز بیمارستانی در منطقه ۳ تهران

شماره	۱	۲	۳	۴	۵	۶
وزن	۶/۳	۵/۷۹	۵/۵۴	۵/۸۳	۵/۳۶	۵/۷۹

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲



شکل ۹: مکان‌های بهینه برای ایجاد مراکز بیمارستانی در سطح منطقه ۳ تهران

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

پژوهش حاضر به مکان‌یابی مراکز بیمارستانی با تأکید بر اصول پدافند غیرعامل پرداخته‌است و شیوه جدیدی برای مکان‌یابی کاربری‌های شهری با استفاده از الگوریتم مکاشفه‌ای رقابت استعماری ارایه کرده‌است. همچنین از مدل تحلیل شبکه با مقیاس زمان برای بررسی نحوه توزیع و دسترسی به مراکز بیمارستانی استفاده‌شد. پس از تبیین معیارهای ارزیابی ازقبیل تراکم جمعیت، سازگاری کاربری‌ها، هم‌جواری کاربری‌ها، محصوریت معابر، دسترسی به راه، محدوده خدماتی و لایه آلودگی و تبدیل آن‌ها به مقیاس‌های قابل‌مقایسه و استاندارد وزن و اهمیت نسبی هر یک در ارتباط با هدف موردنظر تعیین گردید. نتایج به‌دست‌آمده از مدل تحلیل شبکه نشان داد این مراکز نمی‌توانند خدمات‌رسانی مناسبی در زمان بحران‌های بشرساخته در سطح منطقه داشته‌باشند و از اصل توزیع یکسان در منطقه پیروی نمی‌کنند. نتایج به‌دست‌آمده مشابه با یافته‌های وحیدنیا و همکاران(۲۰۰۹)، ابراهیم‌زاده و همکاران(۱۳۸۹)، عبدالهی و همکاران (۱۳۹۱) است که بر توزیع نامناسب مراکز بیمارستانی در سطح مناطق شهری تأکید کرده‌اند. به منظور مکان‌یابی بهینه و تدوین اصولی مطابق با اصول پدافند غیرعامل از مدل‌های تحلیل شبکه، مدل ANP و الگوریتم ICA برای مکان‌یابی مراکز بیمارستانی به بهترین شکل استفاده‌شد.

نتایج پژوهش نشان‌داد GIS می‌تواند زیربنای کارآمدی برای تلفیق منابع داده‌های مختلف از قبیل داده‌های سرشماری و سایر داده‌های مکانی باشد که پایگاه داده جامعی برای سنجش کارایی خدمات شهری فراهم می‌کند. علاوه‌براین، بیشتر مطالعات مکان‌یابی کاربری‌ها تنها با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شده‌است. درحالی‌که مطالعه حاضر با استفاده از نرم‌افزار MATLAB و با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری به مکان‌یابی کاربری‌های شهری پرداخته‌است. بنابراین به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد الگوریتم رقابت استعماری می‌تواند به عنوان مدلی مناسب برای مکان‌یابی کاربری‌ها مورداستفاده قرار گیرد و کمک بسیاری به برنامه‌ریزان شهری برای درک و اولویت‌بندی مسائل شهری و یافتن راه‌حل‌هایی برای رفع این مشکلات می‌کند.

کتابنامه

۱.ابراهیم‌زاده، عیسی؛ احدنژاد، محسن؛ ابراهیم زاده آسمین، حسین و شفیعی، یوسف.(۱۳۸۹). «***برنامه‌ریزی و ساماندهی فضایی مکانی خدمات بهداشتی و درمانی با استفاده از GIS، مورد: شهر زنجان***». پژوهش‌های جغرافیای انسانی.۷۳ . صص ۳۹–۵۸.

۲.آتش‌پز گرگری، اسماعیل.(۱۳۸۷). ***توسعه الگوریتم بهینه سازی اجتماعی و بررسی کارایی آن***. پایان نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران.

۳.احمدی، حسن و شیخ کاظم، محمد رضا.(۱۳۷۶). ***نقش برنامه ریزی تراکم‌های ساختمانی در کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله***. تهران: دومین کنفرانس مدیریت بحران یکپارچه زیست محیطی.

۴.اسلامی، علیرضا .(۱۳۸۵). «***مکان‌یابی مراکز امداد و نجات(مطالعه موردی: منطقه ۱ تهران)***». تهران: دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت بحران در برابر بحران‌های طبیعی.

۵.باقیانی مقدم، محمدحسین و احرام‌پوش، محمد حسین.(۱۳۸۳). ***اصول و کلیات خدمات بهداشتی***. چاپ دوم. یزد: انتشارات شبنم.

۶.بهرامی، سرگل.(۱۳۸۷). ***تحلیل شبکه خدمات و فوریت‌های پزشکی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر اصفهان)***. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. اصفهان: گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه اصفهان.

۷.بیگلری، هرمز.(۱۳۸۷). ***کرمانشاه و آثار تاریخی آن***. کرمانشاه: انتشارات کرمانشاه.

۸.پورمحمدی، محمدرضا.(۱۳۸۲). ***برنامه ریزی کاربری اراضی شهری***. تهران: انتشارات سمت.

۹.پیمان، صفا.(۱۳۸۶). ***استحکامات و سازه‌های امن***. تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

۱۰. ترابی، کمال.(۱۳۸۸). ***بررسی نقش شبکه‌های ارتباطی در کاهش اثرات ناشی از زلزله مورد مطالعه: منطقه ۶ شهرداری تهران با تأکید بر ناحیه***. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی گرایش برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.

۱۱. حسینی، سید احمد؛ مدیری، مهدی و هوشنگ، محمد مهدی.(۱۳۹۱). «***ارزیابی نحوه پراکنش و چگونگی دسترسی شهروندان به خدمات اضطراری در حوادث انسان ساخت با رویکرد پدافند غیر عامل (مطالعه موردی نواحی ۱۱۷ گانه شهر تهران)***». فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه ای قشم).۲ (۳): صص ۱۷۳–۱۹۲.

۱۲. رضویان، محمدتقی.(۱۳۸۱). ***برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری***. تهران: انتشارات منشی.

۱۳. شکویی،حسین.(۱۳۸۷). ***دیدگاه‌های نو در جغرافیای شهری***. جلد اول. تهران: انتشارات سمت.

۱۴. صرافی، مظفر.(۱۳۸۱). ***بنیادهای توسعه پایدار کلان‌شهر تهران***. همایش توسعه و ضد توسعه فرهنگی اجتماعی.

۱۵. صفوی، سید یحیی و علیجانی، بهلول.(۱۳۸۵). «***بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران***». پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۸. صص ۱۲۲-۹۹.

۱۶. ظهور، علیرضا و پیله ورزاده، مطهره.(۱۳۸۲). «***بررسی سرعت خدمات رسانی در بخش اورژانس بیمارستان باهنر کرمان در سال ۱۳۷۹***». مجله دانشگاه علوم پزشکی ایران. ۱۰(۳۵). صص ۴۲۰-۴۱۳.

۱۷. عزیزی، منصور.(۱۳۸۳). ***کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی، توزیع فضایی و تحلیل شبکه مراکز بهداشتی و درمانی نمونه موردی شهر مهاباد***. پایان نامه کارشناسی ارشد. تبریز: دانشگاه تبریز.

۱۸. غفاری، علی.(۱۳۷۷). **اصول مبانی طراحی فضاهای آموزشی**. تهران: سازمان نوسازی و تجهیز مدارس کشور.

۱۹. فتحی، رشید علی و قلی‌زاده الهام(۱۳۸۸). «***دفاع غیرعامل در بافت‌های فرسوده شهری***». برگزیده مقالات دومین همایش جامعه ایمن شهر تهران. ۲. صص ۴۹-۳۳.

۲۰. قنبری، حکیمه و احدنژاد، محسن.(۱۳۸۵). ***کاربرد GIS در تحلیل شریان‌های حمل و نقل و بررسی و اجرای مدل تحلیل شبکه و تعیین الگوریتم‌های کوتاه‌ترین مسیر در آن (نمونه مورد مطالعه : استان آذربایجان شرقی – تبریز)***. همایش سراسری اطلاعات مکانی. تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

۲۱. ماندل، رابرت.(۱۳۷۹). ***چهره متغیر امنیت ملی***. تهران: پژوهشکده مطالعات راهبردی.

۲۲. مختار زاده ،صفورا؛ سرگلزایی، شریفه و بیدرام، رسول.(۱۳۸۹). ***ارزیابی روشمند آسیب پذیری معابر در برابر زلزله***. اولین کنفرانس ملی زلزله و آسیب پذیری اماکن و شریان‌های حیاتی. تهران: انتشارات بوم سازه.

۲۳. نسترن، مهین؛ عبداللهی، غزال؛ جمشیدی، محمود و مختارزاده، صفورا. (۱۳۹۱). «***پهنه‌بندی شهر تهران به منظور استقرار بهینه بیمارستان‌ها در شرایط عادی و بحران (زلزله)***». فصلنامه علمی امداد و نجات. ۴(۲). صص۱۵-۱.

۲۴. نصری، قدیر.(۱۳۸۱). ***«معنا، ارکان جامعه شناسی امنیت»***. فصلنامه مطالعات راهبرد. ۲۶. صص۱۳۳-۱۲۲.

۲۵. نصیری پور، امیر اشکان؛ بهادری، محمد کریم؛ توفیقی، شهرام و گوهری، محمود رضا.(۱۳۸۸). ***«عملکرد اورژانس پیش بیمارستانی در ایران؛ چشم انداز طرح پوشش فراگیر»***. مجله پرستاری مراقبت ویژه. ۲(۴). صص ۱۳۹-۱۴۳.

۲۶. نظریان، اصغر و کریمی، ببراز.(۱۳۸۸). ***«ارزیابی توزیع فضایی و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش نشانی شهر شیراز با استفاده از GIS»***. فصل نامهٔ جغرافیایی چشم انداز زاگرس. ۱(۲). صص ۱۹-۵.

۲۷. هاشمی فشارکی، سیدجواد و جلالی، غلامرضا(۱۳۸۹). ***پدافند غیرعامل در آیینه قوانین و مقررات***. سازمان پدافند غیرعامل کشور.

۲۸. ولی‌زاده، رضا.(۱۳۸۴). ***مکان‌یابی مراکز آموزشی با استفاده از GIS، مورد مطالعه: مدارس ابتدایی تبریز***. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت معلم.

29.Ahadnejad R.M. (2007). ***Site selection study for fire extinguisher stations using network analysis and A.H.P. Model***. Case study: city of Zanjan. Map Asia Journal. http://www.geospatialworld.net/

30.Asefzadeh, S.(2004). ***Assessing The Need to Establish New Hospitals***. Journal of WHO. 2(2): 334- 339.

31.Atashpaz-Gargari, E. & Lucas, C (2007). ***Imperialist Competitive Algorithm: An Algorithm for Optimization Inspired by Imperialistic Competition***. IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC2007): 4661-4667.

32.Coelho, L. & Bernert, D.(2011). ***A Chaotic Firefly Algorithm Applied to Reliability-Redundancy Optimization***. Proceedings of the 2011 IEEE Congress on Evolutionary Computation: 517-521.

33.Duan, Haibin., Chunfang, X., Senqi, L. & Shan, S. (2010). ***Template matching using chaotic imperialist competitive algorithm***. Pattern Recognition Letters .31:1868–1875.

34.Firdaus, A. & aKrishnasamy T.S.(2009). ***A Study of PSO and its Variants in respect of Microstrip Antenna Feed Point optimization***. Department of Electrical and Electronic Engineering .Malaysia: University of Nottingham.

35.Garey M.R. & Johnson D.S. (1979). ***Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness***. San Francisco: W. H. Freeman.

36.Kaveh, A. & Talatahari, S. (2010). ***Optimum design of skeletal structures using imperialist competitive algorithm***. Computers and Structures .88: 1220-1229.

37.Pengfei, G. & Xuezhi W.Y. (2010). ***The Enhanced Genetic Algorithms for the Optimization Design***. China: 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics.

38.Saaty T.L. (2003). ***Decision making in complex environments***. Super Decisions software. http://www.superdecisions.com/

39.Taleai, M., sharifi, A., sliuzas, R. & Mesgari, M. (2007). ***Evaluating the compatibility of multi-functional and Intensive urban land uses***. International journal of Applied Earth observation and Geo information, 9(4): 375-391.

40.Vahidnia, M., Alesheikh, A. & Alimohammadi, A. (2009). ***Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives***. Journal of Environmental Management. 90: 3048–3056.

41.Yagiura, M.& Ibaraki, T. (2004). ***Recent Metaheuristic Algorithms for the Generalized Assignment Problem***. Proceedings of the 12th International Conference on Informatics Research for Development of Knowledge Society Infrastructure : 229–237.